

PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of: **Masaru INOUE et al.**

Serial Number: **Not Yet Assigned**

Filed: **August 25, 2003**

Customer No.: 23850

For: **THIN PLATE FORMATION METHOD, THIN PLATE AND SUSPENSION
CORRECTION APPARATUS, AND CORRECTION METHOD**

CLAIM FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119

Commissioner for Patents
P. O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

August 25, 2003

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application is hereby requested for the above-identified application, and the priority provided in 35 U.S.C. 119 is hereby claimed:

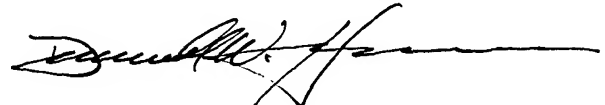
Japanese Appln. No. 2002-245887, filed on August 26, 2002

In support of this claim, the requisite certified copy of said original foreign application is filed herewith.

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the applicants have complied with the requirements of 35 U.S.C. 119 and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of said certified copy.

In the event that any fees are due in connection with this paper, please charge our Deposit Account No. 01-2340.

Respectfully submitted,
ARMSTRONG, WESTERMAN & HATTORI, LLP



Donald W. Hanson
Reg. No. 27,133

Atty. Docket No.: 031058
Suite 1000, 1725 K Street, N.W.
Washington, D.C. 20006
Tel: (202) 659-2930
Fax: (202) 887-0357
DWH/yap

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 8 月 2 6 日
Date of Application:

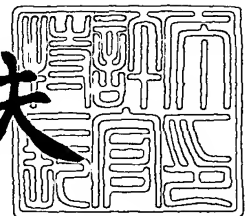
出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 2 4 5 8 8 7
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 2 4 5 8 8 7]

出 願 人 日 本 発 条 株 式 有 限 公 司
Applicant(s):

2 0 0 3 年 7 月 1 8 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 5 7 8 1 5

【書類名】 特許願

【整理番号】 PNHA-14176

【提出日】 平成14年 8月26日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G11B 3/70

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県横浜市金沢区福浦 3 丁目 1 0 番地 日本発条株式会社内

 【氏名】 井上 勝

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県横浜市金沢区福浦 3 丁目 1 0 番地 日本発条株式会社内

 【氏名】 田中 裕規

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県横浜市金沢区福浦 3 丁目 1 0 番地 日本発条株式会社内

 【氏名】 川俣 大

【特許出願人】

 【識別番号】 000004640

 【氏名又は名称】 日本発条株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100089118

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 酒井 宏明

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 036711

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 薄板の成形方法、薄板およびサスペンションの修正装置、並びに修正方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 梁状の薄板にレーザ光を照射して薄板を折り曲げるにあたり

前記薄板に対して前記折り曲げる方向と略同一な方向にレーザ光を直線的に照射することを特徴とする薄板の成形方法。

【請求項 2】 梁状の薄板にレーザ光を照射して薄板を折り曲げるにあたり

前記薄板が湾曲するようにレーザ光を照射することを特徴とする薄板の成形方法。

【請求項 3】 ハードディスクドライブのサスペンションのディスクを押し付ける荷重を測定する荷重測定ステップと、測定した荷重から荷重調整量を取得する荷重調整量取得ステップと、からなる第一ステップと、

ハードディスクドライブのサスペンションの角度を測定する角度測定ステップと、測定した角度から角度調整量を取得する角度調整量取得ステップと、からなる第二ステップと、

の一方または両方が含まれ、

サスペンションの荷重曲げ部および／または角度調整部の部位に、折り曲げる方向と略同一な方向にレーザ光を直線的に照射することを照射形状により定義し、これらの照射形状を組み合わせたものを複数用意しておき、前記荷重調整量および／または角度調整量に対応する照射形状組み合わせを選択する照射形状組み合わせ選択ステップと、

選択した照射形状組み合わせに基づいてレーザ照射するレーザ照射ステップと、を含むことを特徴とするサスペンションの修正方法。

【請求項 4】 全体的に薄板状に形成されると共に、ヘッド搭載部の一端からばね部を介してアウトリガーに連結し、このアウトリガーは前記ヘッド搭載部の両側に至る曲り部、およびこれに続く直線部からなり、

前記ヘッド搭載部内を中心としてX Y軸を設定すると共に、X軸をジンバル長手方向としてX Y座標に領域I～領域IVを形成し、この領域I及び領域III、または領域II及び領域IVに、それぞれ角度をプラス修正するレーザ照射領域、またはマイナス修正するレーザ照射領域を設け、

前記プラス修正領域またはマイナス修正領域にレーザ照射することで角度調整を行うことを特徴とするサスペンションの修正方法。

【請求項5】 全体的に薄板状に形成されると共に、ヘッド搭載部の一端からばね部を介してアウトリガーに連結し、このアウトリガーは前記ヘッド搭載部の両側に至る曲り部、およびこれに続く直線部からなり、

前記ばね部内を中心としてジンバル長手方向の直交方向に境界を設けて、前記ヘッド搭載部側に第一領域を形成し、反対側に第二領域を形成し、この第一領域にピッチ角をプラス修正するレーザ照射領域、第二領域にピッチ角をマイナス修正するレーザ照射領域を設け、

前記プラス修正領域またはマイナス修正領域にレーザ照射することで角度調整を行うことを特徴とするサスペンションの修正方法。

【請求項6】 少なくとも一部が湾曲状態で且つ梁状の薄板であり、前記湾曲方向と略同一な方向にレーザ光の照射軌跡が直線的に形成されていることを特徴とする薄板。

【請求項7】 サスペンションのディスクに押し付ける荷重を測定する荷重測定手段と、

サスペンションの磁気ヘッド搭載部の角度を測定する角度測定手段と、

の一方または両方を有し、更に、

荷重測定手段および／または角度測定手段により測定した荷重および／または角度に基づいて、サスペンションの荷重および／または角度の修正領域に対し、折り曲げ方向と略同一方向となるようにレーザ光を照射するレーザ照射手段と、

搬送ステージ上にサスペンションを固定し、荷重測定手段および／または角度測定手段と、レーザ照射手段とに対して位置決めしながら搬送する搬送手段と、を有することを特徴とするサスペンションの修正装置。

【請求項8】 前記レーザ照射手段にはレーザマーカが含まれ、このレーザ

マーカによるレーザ照射形状を照射形状として記憶していることを特徴とする請求項 7 に記載のサスペンションの修正装置。

【請求項 9】 サスペンションの荷重曲げ部のいずれかの部位に、折り曲げる方向と略同一な方向にレーザ光を直線的に照射することを照射形状により定義し、これらの照射形状を組み合わせたものを複数用意しておく第一手順と、

サスペンションの角度調整部のいずれかの部位に、折り曲げる方向と略同一な方向にレーザ光を直線的に照射することを照射形状により定義し、これらの照射形状を組み合わせたものを複数用意しておく第二手順と、

の一方のみまたは両方が含まれ、

測定したハードディスクドライブのヘッドをディスクに押し付ける荷重から取得した荷重調整量および／または角度調整量をもとに、これに対応する照射形状の組み合わせを選択し、レーザ照射に用いる手順をコンピュータに実行させるプログラム。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

この発明は、ハードディスクドライブの磁気ヘッドスライダを支持するサスペンションの荷重および角度を適正に修正する薄板の成形方法、薄板およびサスペンションの修正装置、並びに修正方法に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

現在、ハードディスクドライブの記録密度が飛躍的に向上し、これに伴い、磁気ヘッドを支持するサスペンションの製造精度が相当に厳しくなっている。即ち、磁気ヘッドは、所定の圧力によりディスク上に押し当てられ且つディスクの回転時に所定間隔を以って空力的に浮上するため、サスペンションの荷重および微小なロール角、ピッチ角が浮上姿勢に大きな影響を及ぼす。このため、各サスペンション毎に製造工程中にて、前記荷重および前記ロール角、ピッチ角の修正を行なうようにしている。ここで、従来から前記荷重やロール角およびピッチ角の修正は、フレキシャ先端のアウトリガー部を把持し、曲げ・ねじり等の変位

を与えることで機械的に行うようにしていたが、機械的に把持するので、製品形状に合わせたツールの準備とツール移動・把持等を含む加工時間がかかり、修正作業が面倒になるという問題を抱えていた。

【0 0 0 3】

このような問題に対して、近年ではレーザ光線をサスペンションに照射し、当該部位の熱変形を利用して荷重修正及び、ロール角およびピッチ角の修正を行う技術が提案されている。このような修正技術としては、例えば特開 2 0 0 0 - 3 3 9 8 9 4 号公報、特公平 7 - 7 7 0 6 3 号公報等の開示のものが知られている。特開 2 0 0 0 - 3 3 9 8 9 4 号公報に係る修正方法では、磁気ヘッドを保持するフレキシャのアウトリガーに対し、当該アーム長手方向に垂直または斜め（フレキシャの幅方向）にレーザ走査を行うことで、走査部位にて折り曲げ変形を起こし、ロール角およびピッチ角の修正を行う。特に、前記レーザ光は、アウトリガーが折り曲げ変形を起こす方向に対して略垂直方向に走査され、且つ変形を自然に行わせしめるため、アウトリガー端縁からレーザを進入させ、対向する端縁に抜けるようにレーザ走査している。また、特公平 7 - 7 7 0 6 3 号公報に係る成形方法では、スプリングアームの幅方向にレーザ光を照射することで荷重修正を行い、規定の接触圧を得るようにしている。この場合も、スプリングアームの端縁からレーザを進入させ、対向する端縁に抜けるようにレーザ照射を行うようにしている。

【0 0 0 4】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記従来の修正方法では、折り曲げ変形を起こす方向に対して略垂直或いは斜めにレーザ走査を行うようにしているため、折り曲げ変位を精度良く調整するのが困難な問題点がある。即ち、サスペンションを横方向から見た場合、レーザ走査した部位を支点としてアウトリガーが折り曲がることになり、この走査部位の誤差がサスペンション端部に大きく現れてしまう。サスペンションは、上述のように極めて高精度に成形する必要があるところ、係る修正方法では微小な修正を行うのが困難か、或いは修正と検査を多数回繰り返す必要があり、生産性が極めて悪くなる。

【0005】

そこで、この発明は、上記に鑑みてなされたものであって、サスペンション等の板材の折り曲げ変位を精度良く調整することを目的とする。

【0006】**【課題を解決するための手段】**

上述の目的を達成するために、請求項1の発明は、梁状の薄板にレーザ光を照射して薄板を折り曲げるにあたり、前記薄板に対して前記折り曲げる方向と略同一な方向にレーザ光を直線的に照射することを特徴とする。

【0007】

薄板に折り曲げ方向と略同一方向にレーザ光を照射すると、薄板が湾曲して折り曲がるようになる。このため、薄板の折り曲げをレーザ光の照射長さ等により精密に制御できるようになる。この成形方法は、薄板の折り曲げ修正に好適であるが、通常の曲げ成形にも用いられる。なお、以下同様であるが、直線的に照射する態様には、好ましくは一直線にレーザ照射することであり、これ以外にも点線状にレーザ照射すること等が含まれる。また、略面一となる特定物体は、例えばハードディスクドライブのディスクを挙げられるが、これに限定されない。ハードディスクドライブの場合、梁状の薄板にはサスペンション等が該当する。特に、ハードディスクドライブの場合は、前記梁状の薄板は、略面一となる特定物体面に対して相対する。また、前記薄板には、金属製のものや樹脂製のものが含まれる。

【0008】

請求項2の発明は、梁状の薄板にレーザ光を照射して薄板を折り曲げるにあたり、前記薄板が湾曲するようにレーザ光を照射することを特徴とする。

【0009】

従来のように、薄板を角度を持って折り曲げるよりも、湾曲して折り曲げたほうが、曲がり量を精密に制御できる。このため、例えばハードディスクドライブのサスペンションの折り曲げを精密に行う場合に好適である。

【0010】

なお、上記構成において、更に、前記薄板は、その表面に配線領域を有し、前

記レーザー光は、配線領域以外の部分に照射される場合がある。配線領域にレーザー光を照射すると、熱により断線したり或いは接続不良等を起こすが、この配線領域を避けてレーザー光を照射すれば係る問題を防止できる。薄板上に配線領域が形成される場合とは、例えば薄板上に電子部品を搭載し、これと接続する配線を表面に形成するときが該当する。

【0011】

なお、上記構成において、更に、前記レーザー光の照射始点または終点は、前記薄板上に設定するようにしても良い。レーザー光の照射始点または終点が薄板上に存在すると、始点または終点において加工熱が周囲に拡散するので、薄板の端縁付近の変色や焼け焦げ等の不具合が生じなくなる。

【0012】

なお、上記構成において、前記レーザー光は、少なくともレーザー照射痕を生じない程度までデフォーカスされて前記薄板に照射されるようにしても良い。即ち、この発明はレーザー光により表面を改質することで湾曲成形を行うことを目的とするので、照射痕を生じるまで加熱する必要はない。このため、レーザー照射痕が生じない程度までデフォーカスすることで、照射面積を大きくし、成形速度を速めることもできる。

【0013】

なお、上記構成において、更に、前記レーザー光はガルバノヘッドから照射されるようにするのが好ましい。ガルバノヘッドによれば、高速の走査が可能になる。また、上記構成において、前記薄板としては、例えばハードディスクドライブのサスペンションを挙げることができる。ハードディスクドライブのサスペンションは、ディスクに対して一定の荷重で押圧され、また磁気ヘッド搭載部は安定した浮上姿勢をとらなければならないため、一定の角度を保つ必要がある。従って、精度の高い曲げ成形が要求されるところ、この発明のように湾曲して曲げ成形するようにすれば、高い精度で曲げ成形が可能となる。

【0014】

請求項3の発明は、ハードディスクドライブのサスペンションのディスクを押し付ける荷重を測定する荷重測定ステップと、測定した荷重から荷重調整量を取

得する荷重調整量取得ステップと、からなる第一ステップと、ハードディスクドライブのサスペンションの角度を測定する角度測定ステップと、測定した角度から角度調整量を取得する角度調整量取得ステップと、からなる第二ステップと、の一方または両方が含まれ、サスペンションの荷重曲げ部および／または角度調整部の部位に、折り曲げる方向と略同一な方向にレーザ光を直線的に照射することを照射形状により定義し、これらの照射形状を組み合わせたものを複数用意しておき、前記荷重調整量および／または角度調整量に対応する照射形状組み合わせを選択する照射形状組み合わせ選択ステップと、選択した照射形状組み合わせに基づいてレーザ照射するレーザ照射ステップとを含むことを特徴とする。

【0015】

この発明において、折り曲げる方向と略同一な方向にレーザ光を直線的に照射することは、上記の通り、湾曲させて折り曲げ精度の向上を図るものである。また、一般的なレーザマーカで用いる照射形状でレーザ光の照射位置を表し、この照射形状の組み合わせにより多数の荷重調整量および／または角度調整量に対応する照射形状組み合わせをテーブルにしておく。この中から実際に修正する荷重調整量および／または角度調整量に対応する照射形状組み合わせを選択し、これに基づいてレーザ照射を行う。このようにすれば、サスペンションの荷重調整を簡単かつ高精度に行うことができる。なお、第一ステップと第二ステップの両方を用いる場合は、これらの順番は逆でも良い。

【0016】

請求項4の発明は、全体的に薄板状に形成されると共に、ヘッド搭載部の一端からばね部を介してアウトリガーに連結し、このアウトリガーは前記ヘッド搭載部の両側に至る曲り部およびこれに続く直線部からなり、前記ヘッド搭載部内を中心としてXY軸を設定すると共に、X軸をジンバル長手方向としてXY座標に領域I～領域IVを形成し、この領域I及び領域III、または領域II及び領域IVに、それぞれ角度をプラス修正するレーザ照射領域、またはマイナス修正するレーザ照射領域を設け、前記プラス修正領域またはマイナス修正領域にレーザ照射することで角度調整を行うことを特徴とする。

【0017】

請求項5の発明は、全体的に薄板状に形成されると共に、ヘッド搭載部の一端からばね部を介してアウトリガーに連結し、このアウトリガーは前記ヘッド搭載部の両側に至る曲り部およびこれに続く直線部からなり、前記ばね部内を中心としてジンバル長手方向の直交方向に境界を設けて、前記ヘッド搭載部側に第一領域を形成し、反対側に第二領域を形成し、この第一領域にピッチ角をプラス修正するレーザ照射領域、第二領域にピッチ角をマイナス修正するレーザ照射領域を設け、前記プラス修正領域またはマイナス修正領域にレーザ照射することで角度調整を行うことを特徴とする。

【0018】

請求項6の発明は、少なくとも一部が湾曲状態で且つ梁状の薄板であり、前記湾曲方向と略同一な方向にレーザ光の照射軌跡が直線的に形成されていることを特徴とする。なお、レーザ光の照射軌跡は、目視できるか否かは問わない。なお、上記構成において、更に、前記薄板上には配線領域が形成されており、前記照射軌跡は、前記配線領域以外の部分に形成されている場合がある。このように配線領域以外にレーザ光の照射領域を形成することで、配線領域がレーザ光の熱による悪影響を受けないようになる。このため、配線が断線等を起こすのを有効に防止できる。なお、薄板上に配線領域が形成される場合とは、例えば薄板上に電子部品を搭載し、これと接続する配線を表面に形成するときに該当する。

【0019】

なお、この発明には、ハードディスクドライブのサスペンションの一部が湾曲状態となり、この湾曲方向と略同一な方向にレーザ光の照射軌跡が直線的に形成されているサスペンションが含まれる。

【0020】

なお、この発明のサスペンションでは、全体的に薄板状に形成されると共に、ヘッド搭載部の一端からばね部を介してアウトリガーに連結し、このアウトリガーは前記ヘッド搭載部の両側に至る曲り部、およびこれに続く直線部からなり、前記ヘッド搭載部内を中心としてXY軸を設定すると共に、X軸をジンバル長手方向としてXY座標に領域I～領域IVを形成し、この領域I及び領域III、または領域II及び領域IVに、角度をプラス修正したレーザ照射軌跡、またはマイナス修

正したレーザ照射軌跡を有することを特徴とする。

【0021】

なお、この発明のサスペンションでは、全体的に薄板状に形成されると共に、ヘッド搭載部の一端からばね部を介してアウトリガーに連結し、このアウトリガーは前記ヘッド搭載部の両側に至る曲り部、およびこれに続く直線部からなり、前記ばね部内を中心としてジンバル長手方向の直交方向に境界を設けて、前記ヘッド搭載部側に第一領域を形成し、反対側に第二領域を形成し、この第一領域にピッチ角をプラス修正したレーザ照射軌跡、または第二領域にピッチ角をマイナス修正したレーザ照射軌跡を有することを特徴とする。

【0022】

請求項7の発明は、サスペンションのディスクに押し付ける荷重を測定する荷重測定手段と、サスペンションの磁気ヘッド搭載部の角度を測定する角度測定手段と、の一方または両方を有し、更に、荷重測定手段および／または角度測定手段により測定した荷重および／または角度に基づいて、サスペンションの荷重および／または角度の修正領域に対し、折り曲げ方向と略同一方向となるようにレーザ光を照射するレーザ照射手段と、搬送ステージ上にサスペンションを固定し、荷重測定手段および／または角度測定手段と、レーザ照射手段とに対して位置決めしながら搬送する搬送手段とを有することを特徴とする。

【0023】

即ち、この発明では搬送手段によりサスペンションを荷重測定手段、角度測定手段に対して位置決めし、荷重および角度を測定し、引き続き搬送手段によりレーザ照射手段に対して位置決めし、前記測定結果に基づき前記レーザ照射手段によりサスペンションの所望位置にレーザ照射する。このとき、折り曲げ方向と略同一方向にレーザ照射を行う。サスペンションに折り曲げ方向と略同一方向にレーザ光を照射すると、サスペンションが湾曲して折り曲がるようになる。このため、サスペンションの荷重および角度の調整を精密に制御できるようになる。

【0024】

請求項8の発明は、上記構成において、前記レーザ照射手段にはレーザマーカが含まれ、このレーザマーカによるレーザ照射形状を照射形状として記憶してい

ることを特徴とする。この発明は、一般的なレーザマーカをレーザ照射手段に応用し、このレーザマーカの有する照射形状としてレーザ照射形状を記憶しておくことで、比較的簡単に特定のレーザ照射形状をサスペンションにレーザ照射できる。

【0025】

なお、上記構成において、更に、前記照射形状を組み合わせてレーザ照射するにあたり、照射形状同士の送りピッチ量を実質的に0としてもよい。照射形状同士の送りピッチ量を実質的に0とすることで、複数の照射形状により同じ位置にレーザ照射できる。このため、照射形状の組み合わせが簡単に行える。

【0026】

また、上記構成において、前記レーザ照射手段の修正工程下流に、更に、サスペンションのディスクに押し付ける荷重を測定する荷重測定手段と、サスペンションの磁気ヘッド搭載部の角度を測定する角度測定手段とを設けても良い。

【0027】

レーザ照射手段によりサスペンションの修正を行ったのち、搬送手段により修正工程下流に設けた荷重測定手段、角度測定手段により再測定を行う。この再測定により、規定の荷重および角度が得られていないと判った場合は、再びレーザ照射手段により修正を行ってもよい（その場合はレーザ照射部位は同じ部分ではなく既照射部位の近傍であるのが好ましい）。なお、レーザ照射手段の修正工程下流に荷重測定手段、角度測定手段が存在していれば良いので、搬送装置を逆移動して、もとの荷重測定手段、角度測定手段に戻すようにしても良い。このようにすれば、サスペンションの修正を完全に行うことができる。

【0028】

更に、上記構成において、前記レーザ照射装置のサスペンションをはさんで反対側に別のレーザ照射装置を設けるようにしても良い。サスペンションをはさんで反対側に別のレーザ照射手段を設けることで、サスペンションの両側からレーザ光を照射できることになる。これにより、一方側からのレーザ照射では修正方向が限定されてしまうワーク形状でも、修正レンジを拡大することができる。更に再修正もできる。

【0029】

請求項9の発明は、サスペンションの荷重曲げ部のいずれかの部位に、折り曲げる方向と略同一な方向にレーザ光を直線的に照射することを照射形状により定義し、これらの照射形状を組み合わせたものを複数用意しておく第一手順と、サスペンションの角度調整部のいずれかの部位に、折り曲げる方向と略同一な方向にレーザ光を直線的に照射することを照射形状により定義し、これらの照射形状を組み合わせたものを複数用意しておく第二手順と、の一方のみまたは両方が含まれ、測定したハードディスクドライブのヘッドをディスクに押し付ける荷重から取得した荷重調整量および／または角度調整量をもとに、これに対応する照射形状の組み合わせを選択し、レーザ照射に用いる手順をコンピュータに実行させるプログラムである。

【0030】

【発明の実施の形態】

以下、この発明につき図面を参照しつつ詳細に説明する。なお、この実施の形態によりこの発明が限定されるものではない。また、下記実施の形態における構成要素には、当業者が容易に想定できるもの或いは実質的に同一のものが含まれる。

【0031】

(実施の形態1)

図1は、この発明の実施の形態1に係るサスペンション修正装置を示す構成図である。図2は、図1に示したサスペンション修正装置の構成を示すブロック図である。図3は、サスペンションを修正装置に固定した状態を示す説明図である。同図に示すように、このサスペンション修正装置100は、荷重測定装置1と、角度測定装置2と、レーザマーカ3と、サスペンション200を搬送する搬送装置4と、制御用コンピュータ5と、レーザマーカ本体6とを有する。なお、この実施の形態ではレーザマーカ3が発明に好適であるため、一例として開示したが、レーザ光を照射する手段はこれに限定されない（以下同様）。

【0032】

搬送装置4は、搬送ステージ7上にサスペンション200を仮固定した状態で

移動し、荷重測定装置 1、角度測定装置 2、レーザマーカ 3 の下方にそれぞれ位置決め可能となっている。搬送ステージ 7 は、サーボモータ 8、ボールねじ 9 および直動案内 10 により移動制御される。なお、前記仮固定の方法は、例えばサスペンション 200 を搬送ステージ 7 上に治具 11（図 3 中点線で示す）により挟んで固定する。これ以外の仮固定手段としては、吸引装置、ボルト止め、マグネット等の各種手段を挙げることができる。搬送ステージ 7 や仮固定手段（11）は、そのコントローラ（図示省略）が制御用コンピュータ 5 に接続され、当該制御用コンピュータ 5 により実質的に制御される。

【0033】

荷重測定装置 1 は、サスペンション 200 の特定部位を所定量押圧するプローブ 12 と、プローブ 12 に設けたロードセル 13 とから構成される。プローブ 12 の上下移動は、直動案内を備えたサーボモータ 14（またはステッピングモータ）およびボールねじ 15 の組み合わせ、或いは図示しない油圧シリンダーから構成した上下移動用のアクチュエータにより行う。プローブ 12 の先端 12a は略球形状となっており、サスペンション 200 の磁気ヘッド搭載部（具体例は後述する）に押し当てられる。このときの押し込み量は一定であり、そのときのロードセル 13 の出力信号は制御用コンピュータ 5 に送られる。制御用コンピュータ 5 は、前記出力電圧からサスペンション 200 の荷重を演算測定する。

【0034】

角度測定装置 2 は、例えばサスペンション 200 の磁気ヘッド搭載部に対してレーザ光を照射するレーザ光源 16 と、前記磁気ヘッド搭載部で反射したレーザ光を受ける CCD 17 およびアンプ 18 を有する受光部 19 とから構成される（実際には同一の筐体内に收容される）。CCD 17 の出力信号は制御用コンピュータ 5 に送信され、制御用コンピュータ 5 では前記レーザ光の反射光の位置によりサスペンション 200 の曲り角度を測定する。荷重測定装置 1 と角度測定装置 2 とは、レーザマーカ 3 の修正工程の上流に位置している。

【0035】

一般的なレーザマーカは、ワークに対してレーザ光を照射し、吸収熱によりワーク表面を蒸発または改質、変色させることで、当該レーザ照射部位とレーザ照

射していない部位とを異なる見え方に加工するものである。この発明では、これに限定されるものではないが、レーザーマーカ 3 を応用して修正装置を構成するため、マーカ本来のアプリケーションをそのまま使用するのが好ましい。即ち、文字等のマーク（フォント）としてサスペンション 200 に対するレーザー照射形状を登録しておけば済む。なお、通常のマークのように所定ピッチずつ送りながら加工を行うと（例えば文章のように文字を所定ピッチ送りで形成すると）、各種レーザー照射形状を複数組み合わせる照射できないので、ピッチ「0」の状態ではレーザー光の照射を行う。

【0036】

前記レーザーマーカ 3 は、レーザーマーカヘッド 20 と、光ファイバー 21 を介して接続したレーザーマーカ本体 6 とからなる。レーザーマーカ 3 本体内で発振したレーザー光は、光ファイバー 21 内を伝送し、レーザーマーカヘッド 20 からサスペンション 200 に対して照射される。レーザーマーカヘッド 20 は、XY 方向のガルバノスキャナミラー 22 によりレーザービームを偏向させ、集光レンズ 23 でエネルギー密度を高めたレーザー光をサスペンション 200 に対して照射する。レーザーマーカ本体 6 には、レーザー発振部 24 およびコントローラー 25 が内蔵されている。レーザー発振部 24 は、発振媒体（例えば YAG 等）をフラッシュランプ、LD（レーザーダイオード）等により励起させてレーザー光を出射するものである。また、コントローラー 25 は、レーザー発振とミラー駆動を同期させ、特定部位にレーザー光を照射するように前記レーザーマーカヘッド 20 を制御する。特に、シングルモードレーザーを用いることでレーザー径を小さくできるので、後述するように配線間の狭い部分であっても確実に照射できる。また、ガルバノヘッドからのレーザー光を長焦点距離レンズで集光し、深い焦点深度が得られるように調整すれば、レーザーマーカヘッド 20 とサスペンション 200 との距離が変化しても、レーザー光のエネルギー密度の変化は少ない。このため、焦点距離の精密な制御を行わずに済む。

【0037】

制御用コンピュータ 5 は、サスペンション 200 に要求される荷重設定値を記憶する荷重設定値記憶部 51 と、荷重測定装置 1 の出力信号と前記設定した荷重

設定値を比較して荷重調整量を計算する荷重調整量計算部 52 と、各荷重に対応する各種の荷重キャラクタ（照射形状）の組み合わせを記憶した荷重データベース 53 と、適正な荷重に修正するため複数の荷重キャラクタの組み合わせから特定の荷重キャラクタの組み合わせを選択する荷重キャラクタ組み合わせ選択部 54 とを有する。

【0038】

また、制御用コンピュータ 5 は、サスペンション 200 に要求される角度設定値を記憶する角度設定値記憶部 55 と、角度測定装置 2 の出力信号と前記設定した角度設定値を比較して角度調整量を計算する角度調整量計算部 56 と、各角度に対応する各種の角度キャラクタ（照射形状）の組み合わせを記憶した角度データベース 57 と、適正な角度に修正するため複数の角度キャラクタの組み合わせから特定の角度キャラクタの組み合わせを選択する角度キャラクタ組み合わせ選択部 58 とを有し、更に、前記荷重キャラクタ組み合わせ選択部 54 の選択した荷重キャラクタおよび角度キャラクタ組み合わせ選択部 58 の選択した角度キャラクタを加算する加算部 59 を有する。上記制御用コンピュータ 5 は、上記機能を当該コンピュータの CPU、メモリ等のハードウェアおよび所定のソフトウェアにより実現する。

【0039】

また、レーザマーカ本体 6 のコントローラ 25 には、キャラクタ設定コードを格納するキャラクタ設定コード記憶部 61 と、キャラクタコードをキャラクタ設定コードを参照してデコードし、キャラクタを形状の情報に変換するキャラクタ変換部 62 と、変換された形状の情報から実際にレーザ照射する位置形状に変換するレーザ照射位置変換部 63 とが設けられている。上記キャラクタ変換部 62 およびレーザ照射位置変換部 63 は、汎用コンピュータと所定のソフトウェアにより同様の機能を有するものとして構成できる。

【0040】

次に、サスペンション修正装置により修正を行うサスペンションについて説明する。図 4 は、図 1 および図 2 のサスペンション修正装置による修正対象となるサスペンションの一例を示す斜視図である。このサスペンション 200 は、ベ-

スプレート 201 に荷重曲げ部 202 を介してロードビーム 203 が設けられたものであり、当該ロードビーム 203 の先端にはフレキシヤ 204 がスポット溶接されている。フレキシヤ 204 は、図 6 に示すように、ジンバルばね部 205、アウトリガー 206、206、サスペンションアーム取付部 207、磁気ヘッド搭載部 208 から構成されている。磁気ヘッド部 208 には、ロードビーム先端に形成されたディンプル 208a が接している。ディンプル 208a は、ヘッドを搭載した際、その略中央に位置する。

【0041】

サスペンションアーム取付部 207 は、ロードビーム 203 に取り付けられる。フレキシヤ 204 は、ステンレス板を所定形状にエッチングまたは打ち抜きプレスで形成される。浮上のためのスライダ 209 は磁気ヘッド搭載部 208 に設けられ、当該スライダ 209 端部には磁気ヘッド 210 が設けられる（図中点線で示す）。なお、ベースプレート 201 とロードビーム 203 は一体成形ではなく別部材をスポット溶接で接合する構成であっても良い。このとき、ロードビーム 203 と荷重曲げ部 202 が一体となり、荷重曲げ部 202 の一部または全体をパースシャルエッチングなどにより板厚を薄くした構造とすることができる。または、別体である荷重曲げ部 202 をロードビーム 203 にヒンジ状に固定した構造とし、そして、この荷重曲げ部 202 をベースプレート 201 にスポット溶接により固定するようにしても良い。

【0042】

前記荷重曲げ部 202 は、磁気ヘッド搭載部 208 において適正な荷重が得られるように予めプレス等でピッチ方向に曲げ成形されている。サスペンション 200 の曲げ成形は上述したように機械的に行われているため、磁気ヘッド搭載部 208 に適正荷重が加わるよう当該荷重を修正する必要がある。また、磁気ヘッド搭載部 208 がハードディスクドライブのディスクに対して適正な角度で相対するように当該角度を修正する必要がある。

【0043】

図 5 に、サスペンションの荷重曲げ部におけるレーザ照射領域を示し、図 6 に、サスペンションの角度調整部におけるレーザ照射領域を示す。荷重曲げ部 20

2 は、ベースプレート 201 とロードビーム 203 との間を例えば 2 本の足で渡すように位置しており、必要により当該荷重曲げ部を薄く形成する。レーザ照射領域 211 は、荷重曲げ部 202 の曲げ方向（曲げた場合の屈曲または湾曲する稜線に垂直な方向）にて直線的に複数設定される。ここで、レーザ照射領域 211 は、レーザ光を照射可能な範囲を意味し、後述するが当該範囲内でレーザ光の照射長さや形状が決定され、当該レーザ照射領域 211 内の全部または一部にレーザ照射を行うことになる。また、レーザ照射領域 211 の始点 F および終点 E は、荷重曲げ部 202 内に収められている。なお、始点 F または終点 E のみが、荷重曲げ部 202 内に収められる場合がある。荷重曲げ部 202 のレーザ照射領域 211 には、例えば 4 種類の長さのレーザ照射が行われることを予定しており、この場合は修正の程度（荷重調整量）に従い適当な長さを選択することになる。このレーザ照射領域 211 の左右対称な修正は、サスペンション 200 をピッチ方向に湾曲させることになる。なお、レーザ照射領域 211 と定義しても、実際の荷重曲げ部 202 には同図に示す形状がマーキングされるわけではなく、修正装置 100 内でその位置で修正を行うと定義されているのみである。

【0044】

また、図 6 に示したように、角度調整部 212 のレーザ照射領域 213, 214 は、フレキシャ 204 のアウトリガー 206 に複数設定される。具体的には、アウトリガー 206 のベース板 204 a 部分から延出した直線部 206 a および、直線部 206 a からジンバルばね部 205 に至る曲り部 206 b に設定され、上記同様に修正装置 100 内で角度調整部 212 と定義され、特にマーキング等は施されない。なお、レーザ照射領域 211, 213, 214 を視認できるようにマーキングを行うようにしても良い。

【0045】

また、磁気ヘッド搭載部の中央位置（一般にはディンプル 208 a の位置）を中心として X Y 軸をとった場合、アウトリガー部の範囲 I および範囲 III のレーザ照射領域へのレーザ照射によりロール角がマイナス修正され、範囲 II および範囲 IV のレーザ照射領域へのレーザ照射によりロール角がプラス修正される。また、ジンバルばね部 205 の中心を境界とした領域 V（第一領域）のレーザ照射領域

へのレーザ照射によりピッチ角がプラス修正され、領域VI（第二領域）のレーザ照射領域へのレーザ照射によりピッチ角がマイナス修正される。このため、ピッチ角とロール角を単独で修正することはできないが、これらを組み合わせることにより、ロール角およびピッチ角を適正に修正できる。

【0046】

なお、上記図4乃至図6に示したサスペンション200は一例であり、これ以外の形状をしたサスペンションにおいても、荷重および角度を支配する部位に対して上記レーザ照射領域を設けることができることは言うまでもない。また、そのレーザ照射領域の形状等についてもそのサスペンションの形状や材質等の諸条件により決定されるので、全てのサスペンションに対して一義的にその形状等を決定することはできない。レーザ照射領域は、経験的に或いはコンピュータによるシミュレーションによりその形状や位置等を設定できる。

【0047】

また、レーザ照射領域213、214の始点Fおよび終点Eは、角度調整部212内に収められている。なお、始点Fまたは終点Eのみが、角度調整部212内に収められる場合がある。また、図6に示すように、前記レーザ照射領域213、214は、アウトリガー206と磁気ヘッド搭載部208との間に位置する配線領域215aに重ならないように設定される。配線領域215aには、例えばパターンニングされた銅と絶縁層を含む配線部（例えばフレキシブル基板等）が配置され、実際にはアウトリガー206から離れて浮いた状態になっている。

【0048】

この配線領域215aにレーザ光を照射すると、配線に対する熱負荷が過大になる等に起因して、断線や配線不良が生じる恐れがある。また、フレキシブル基板が焼ける恐れがある。そこで、同図に示すように配線領域215aを避けてレーザ照射領域213、214を設定することで、配線領域215a上にレーザ光が照射されることがない。このため、レーザ光に起因した不具合が発生しないという利点がある。なお、前記配線領域215は、図7に示すように、フレキシヤ204のステンレス面上にアウトリガー206、206の長手方向に沿って絶縁層を形成し、この絶縁層上に導体を形成するような構造の場合もある。係る構造

でも、上記同様に配線に対する熱負荷が過大になる等の問題点が生じるため、同図に示すように、当該配線領域 215 を避けてレーザ照射領域 213, 214 を設定するのが好ましい。

【0049】

この発明は、レーザ光をサスペンション 200 の所定部位に照射してこの熱変形を利用し、荷重および角度の修正を行うものである。このため、レーザ光による熱変形量をレーザ照射領域 211, 213, 214 ごとに予め取得しておく必要がある。例えば図 5 および図 6 に示すレーザ照射領域 211, 213, 214 に所定の形状および長さのレーザ光の照射を行うと、レーザ光の照射により荷重曲げ部 202、角度調整部 212 の変位が変わるので、この関係を実験的或いはシミュレーションにより取得してデータベース化しておく必要がある。このようなデータベースの具体例は、図 2 に示した制御用コンピュータ 5 内に構築されており、荷重調整量または角度調整量に基いて修正を行うときのレーザ光の照射形状をキャラクタとして登録し、データベース化している。

【0050】

図 8 は、レーザ照射形状をキャラクタ登録する場合の、キャラクタの一例を示す説明図である。符号 C1 のキャラクタは、レーザマーカ 3 の通常の使用時に用いる場合のレーザ光照射形状（アルファベット）を示す。符号 C2 ～符号 C11 は、所定の荷重調整量だけ修正を行うときの、キャラクタを示す。例えば符号 C2 のキャラクタは、所定大きさの枠（レーザ照射範囲）内にて下方左よりの位置にレーザ光を照射するためのものである。符号 C3 のキャラクタは、枠内上方左よりの位置にレーザ光を照射するためのものである。符号 C4 ～符号 C12 のキャラクタについても、所定位置にレーザ光を照射するためのものである。

【0051】

また、符号 C13 ～符号 C15 は、キャラクタの組み合わせを示したものである。例えば符号 C13 は、キャラクタ 1 とキャラクタ 4 とを組み合わせたものである。キャラクタ C13 は、この組み合わせにより所定の荷重調整量または角度調整量の修正を可能とする。符号 C14 ～符号 C15 も同様に所定のキャラクタを組み合わせたものであり、この組み合わせにより所定の荷重調整量または角度調整量の修

正を可能とする。実際には、要求される荷重調整量または角度調整量の範囲の全てをカバーするような複数種類のキャラクタの組み合わせが用意され、荷重データベースまたは角度データベースに記憶される。なお、キャラクタの組み合わせにより修正を行うのは、上記のように各キャラクタを用いてロール角（またはピッチ角）の修正を行うにしても、殆ど不可避免的にピッチ角（またはロール角）に影響を与えるため、ロール角またはピッチ角単独の修正ができないためである。このため、実際に修正を行う場合は、複数のキャラクタを組み合わせることで最適なキャラクタを生成する必要がある。

【0052】

前記キャラクタ組み合わせは、荷重データベース53および角度データベース57にコード化されて格納されており、荷重調整および角度調整のためキャラクタ組み合わせ選択部54、58により選択され、加算部59において加算されたキャラクタコードは、上記キャラクタ変換部62にて前記キャラクタ設定コードを参照して位置データに変換され、更にレーザ照射位置変換部63にてレーザ光を照射するための照射位置データに変換される。

【0053】

次に、このサスペンション修正装置100の動作について説明する。図9は、このサスペンションの修正工程を示すフローチャートである。まず、修正対象となるサスペンション200を搬送ステージ7上に保持し、続いて搬送ステージ7を所定量移動させ、サスペンション200を荷重測定装置1の直下に位置決めする（ステップS1）。荷重測定装置1は、プローブ12を下げてその先端12aをサスペンション200の磁気ヘッド搭載部208に押し当て、続けて所定量押し込む。そして、荷重測定装置1は、所定量押し込むことでサスペンション200に加わる荷重を、前記ロードセル13により測定する（ステップS2）。

【0054】

ロードセル13の出力信号は制御用コンピュータ5に送信され、荷重調整量計算部52ではこの荷重を荷重設定値記憶部51に記憶している荷重設定値と比較し、必要とされる荷重調整量を算出する（ステップS3）。次に、搬送ステージ7を移動してサスペンション200を角度測定装置2の直下に位置決めする（ス

テップS4)。続いて、レーザ光をサスペンション200の磁気ヘッド搭載部208に照射し、この反射したレーザ光をCCD17により受光する。CCD17の出力信号は制御用コンピュータ5に送信され、ここで実際の角度を演算する(ステップS5)。

【0055】

角度調整量計算部56は、実際の角度と角度設定値記憶部55に記憶している角度設定値とを比較し、角度調整量を決定する(ステップS6)。続いて、荷重キャラクタ組み合わせ選択部54は、荷重調整量に基づいて荷重データベース53に格納されている複数の荷重キャラクタを選択し、更に、角度キャラクタ組み合わせ選択部58は、角度調整量に基づいて角度データベース57に格納されている複数の角度キャラクタを選択する(ステップS7)。引き続き、加算部59は、荷重キャラクタ組み合わせ選択部54および角度キャラクタ組み合わせ選択部58において選択した荷重キャラクタと角度キャラクタとを加算し、換言すれば最終的にロール角およびピッチ角の両方を修正するためのキャラクタを生成する(ステップS8)。キャラクタ組み合わせは、例えば図8に例示したようなものである。

【0056】

コード化されているキャラクタコードは、レーザマーカ3に送信される。次に、レーザマーカ3のキャラクタ変換部62は、キャラクタ設定コード記憶部61に記憶されているコードを参照し、前記キャラクタコードをキャラクタ変換する(ステップS9)。続いてレーザ照射位置変換部63は、変換されたキャラクタをレーザ照射位置データに変換する(ステップS10)。そして、データベースよりレーザ出力量を選択し(ステップS11)、同じくデータベースよりレーザ光のデフォーカス量を選択する(ステップS12)。続いて、レーザマーカ本体6は、このレーザ照射位置データに基づいて、レーザマーカヘッド20を駆動制御し、サスペンション200の荷重曲げ部202および角度調整部212にレーザ光を照射する(ステップS13)。ここで、組み合わせられたキャラクタは、それぞれ順番に照射されるが、送りピッチが「0」であるため、実質的にはキャラクタを組み合わせた形のものがレーザ照射されることになる。

【0057】

図5および図6に戻り、実際にレーザ光を照射するときの照射条件は、実験的に把握できる。例えば図5に示したサスペンションの荷重曲げ部202における荷重変化量はレーザ光の走査長さおよび本数に比例する。各荷重キャラクタ組み合わせは、走査長さおよび照射本数を定義しており、必要な荷重調整量から対応するものが選択され、それに従いレーザ光が照射されるので、高速な荷重調整が可能になる。これは、図6に示した角度調整部における角度変化量についても同様で、各角度キャラクタ組み合わせがレーザ光の走査長さおよび本数に比例し、必要な角度調整量から対応する角度キャラクタ組み合わせが選択され、それに従いレーザ光が照射される。

【0058】

荷重曲げ部202および角度調整部212のレーザ照射領域211, 213, 214に所定長さおよび形状のレーザ光を照射することで、図10(a)に示すように、レーザ照射領域がその周囲を含めて湾曲変形する。例えば図5に示す荷重曲げ部202の場合は、紙面略垂直方向に所定曲率で湾曲し、レーザ照射領域211中の実際にレーザ光を照射した部位が湾曲形状の弧となる。図6の角度調整部212についても同様に、レーザ光の照射部位が湾曲変形する。これに対して、上記従来の荷重および角度の修正方法では、折り曲げ変形を起こす方向に対して略垂直或いは斜めにレーザ走査を行うようにしているため、図10(b)に示すように、サスペンション900がレーザ走査線901で角度をもって折れ曲がることになり、精度良く調整するのは困難である。このように、レーザ光を折り曲げ変形させる方向に沿って走査し湾曲変形させることで、折り曲げ変形を精度良く行うことができる。また、従来の方法では、レーザ走査線901に応力が集中し、破壊される恐れがあったが、この発明では、レーザ光の照射部位が湾曲変形するので、変形による応力集中が防止され、破壊の恐れもなくなる。更に、エッジ部分にレーザ光を照射しないので、周囲にレーザ光の熱が拡散する。このため、焦げ目が発生するのを防止できる。これに対して従来の方法では、レーザ走査線901が荷重曲げ部202および角度調整部212のエッジを通過することになり、且つ当該エッジ部分ではレーザ光の拡散領域が少なくなるため、比較的焦げ目が発生し易い。

【0059】

ここで、図5および図6に示したように、レーザ光の走査始点Fおよび終点Eはサスペンション200上の任意点に位置している。このため、始点Fおよび終点Eにおいて加工熱が照射表面付近に拡散し、サスペンション200の端縁付近の変色・焼け焦げ等の不具合が生じなくなる。また、レーザ照射長さを任意に設定できるので、照射位置のエリア分け（例えば図5において、10本のレーザ照射領域211のうち、内側の8本を粗調整領域、外側の2本を微調整領域とする）すると、高速で精密な加工を実現できる。即ち、このようにエリア分けし且つその一方を粗調整領域、他方を微調整領域とし、例えば粗調整領域のレーザ光の照射を高エネルギーにより高速で行い、微調整領域のレーザ光の照射を比較的低いエネルギーで正確に行うことで、全体的に高速で精密な加工を行える。

【0060】

ここで、レーザマーカヘッド20は、ガルバノヘッドからのレーザ光を長焦点距離レンズで集光しているので深い焦点深度が得られ、サスペンション200のレーザマーカヘッド20との間の距離が変化した場合であっても、レーザ光のエネルギー密度の変化を抑制できる。このため、サスペンション200に対する焦点距離の精密なアクティブ制御を行わずに済むか、或いは比較的粗い制御で十分となる。この結果、修正装置を安価に構成できる。また、過渡のエネルギー集中により焼け焦げ等の不具合を生じさせることがない。

【0061】

また、実際のレーザ光の径は、集光レンズ23等によりある程度デフォーカスすることでレーザ光のエネルギー密度を調整でき、これによりレーザ光の照射痕を削減し、且つ加工速度の向上を図ることができる。デフォーカスの程度はサスペンションの材質や厚さ、レーザ光照射位置等により適宜決定する。要するに、サスペンションの材質等を参照し、焼け等のレーザ照射痕が発生しない程度にレーザ光の径を調整すれば良い。また、長焦点距離レンズにより深い焦点深度を得ることでレーザ光の径を略一定にすること、及びレーザ光の径をデフォーカスによりある程度大きくすること、の両条件を満たす場合はレーザ照射痕の削減に極めて有効である。

【0062】

ここで、レーザ光の照射にあたり、レーザ照射領域211, 213, 214に対してレーザ光の径を小さくすることで、配線周り或いは配線と配線との間にレーザ照射しても、当該配線に焼け焦げ等の悪影響を及ぼすことがない。図11は、配線領域215とレーザ光のレーザ照射領域213との関係の一例を示す説明図である。このように、配線領域215が、フレキシャ204のアウトリガー206に形成されており、この配線215aと配線215bとの間に当該配線215a, bと略平行してレーザ光のレーザ照射領域213aを設定する。また必要により、配線215bとアウトリガー206の端縁との間にレーザ光のレーザ照射領域213bを設定する。このようにすれば、配線領域215上にレーザ光が照射されることがないので、配線215a, bの焼け焦げや断線などの問題を防止できる。

【0063】

また、図12に示すように、フレキシャ204におけるアウトリガー206の直線部206aおよび、直線部206aからジンバルばね部205に至る曲り部206b（角度調整部212）に配線領域215が存在する場合において、この配線215aと配線215bとの間に当該配線215a, bに沿ったレーザ照射領域214を設定しても良い。また、別の観点では前記レーザ照射した場合に配線領域215にレーザ光の熱が伝わることになるが（特にサスペンション200がステンレス等の金属製であるため）、この熱影響が問題とならない程度まで当該配線領域215とレーザ光のレーザ照射領域213, 214を離す必要がある。その距離は、実験的またはシミュレーションにより決定すればよい。また、アライメント不足等によりレーザ光の照射位置がずれると配線にダメージを与える場合があるが、そのようなときでも、係るずれを考慮してレーザ照射領域213, 214を設定するのが好ましい。

【0064】

更に別の観点では、配線領域215に沿ってレーザ照射領域213, 214を設定することで、配線への悪影響を防止できる。更に別の観点では、配線領域215を避けてレーザ照射領域213, 214を設定できる。なお、上記配線領域

とレーザ照射領域との位置関係は、上記図 5, 6, 10, 11 に示したものの以外であっても、同様に適用できる。

【0065】

また、図 13 に示すように、レーザ照射領域 216 を一定間隔で直線的に設定し、それぞれのレーザ照射領域 216 にレーザ光を照射するようにしても良い。このように直線的にレーザ光を照射する結果、荷重曲げ部 202 および角度調整部 212 は図 10 (a) に示したものと略同じように湾曲する。即ち、この発明において精度良く折り曲げ修正を行うには、レーザ照射領域が連続した直線である必要はなく、同図のように実質的に直線に近い状態であれば良い。この他、直線的にレーザ光を照射する場合として、例えば設定したレーザ照射領域内に散点的にレーザ照射しても良いし、設定したレーザ照射領域内に波状にレーザ照射しても良い（図示省略）。

【0066】

更に、レーザ走査中にレーザ光のエネルギーを変化させることで曲げ形状を緻密にコントロールできる。例えば図 14 に示すように、レーザ光のフォーカスを制御することで径を変更し、アウトリガー 206 に照射するレーザ光の照射幅を変えるようにしても良い（レーザ照射領域 217）。このようにすれば、照射幅の大きい部分 217 a の曲率を大きく、小さい部分 217 b の曲率を小さくすることができ、これを使い分けることでより緻密に折り曲げを行うことができる。また、前記レーザ径を変更することなく、レーザ光のエネルギー密度を変えることで、出力調整を行うようにしても良い。これにより、1 点にエネルギーが集中せず、所定のレーザ径をもって出力調整できるので、焦げ目等が生じない。

【0067】

また、図 1 に示したように、サスペンション修正装置 100 では、荷重測定装置 1、角度測定装置 2 により修正工程の上流で、サスペンション 200 の荷重および角度を測定しているが、修正後の荷重および角度を測定するため、レーザマーカヘッド 20 の下流に更に荷重測定装置 1、角度測定装置 2 を設けるようにしても良い（図示省略）。下流の荷重測定装置 1 および角度測定装置 2 により修正が適正に行われたか否かを判断できる。修正不足の場合は再び荷重および角度の

修正を行えばよい。なお、図 1 に示した構成でも、修正後に搬送ステージ 7 を逆方向に戻し、上流の荷重測定装置 1 および角度測定装置 2 で荷重および角度の再測定を行うようにしても良い。

【0068】

(実施の形態 2)

図 15 は、この発明の実施の形態 2 に係るサスペンション修正装置を示す構成図である。このサスペンション修正装置 300 は、レーザマーカヘッド 20、301 をサスペンション 200 の上下両方向に設置した点に特徴があり、その他の点は実施の形態 1 に係るサスペンション修正装置 100 と同じであるので、その説明を省略する。上述した通り、レーザ光をサスペンション 200 の荷重曲げ部 202 および角度調整部 212 に照射すると、照射側に湾曲変形するところ、レーザ光の照射状態によっては過修正となる場合がある。この場合、第一のレーザマーカヘッド 20 の反対側に配置した第二のレーザマーカヘッド 301 により、荷重曲げ部 202 および角度調整部 212 の反対面にレーザ照射を行うようにする。これにより、一旦湾曲させた方向とは逆方向に荷重曲げ部 202 および角度調整部 212 を湾曲させ、負の修正を行うことで前記過修正を解消する。また、反対面にレーザ照射を行うことで、一方向からレーザ照射する場合に比べて修正レンジを拡大できる。

【0069】

また、第二のレーザマーカを反対側に置かず、第一のレーザマーカヘッドと同じ側に置き、第一のレーザマーカヘッドで照射後、サスペンションを上下反転させた後、第二のレーザマーカヘッドで照射してもよい（図示省略）。また、第一のレーザマーカヘッドで照射後、サスペンションを上下反転させ、サスペンションを再び第一のレーザマーカヘッドの位置まで搬送して照射することもできる。この場合、第二のレーザマーカは不要になる。

【0070】

また、上記のように、レーザマーカヘッドを 2 つ用いるようにしても良いが、図 16 の変形例に示すように、単一のレーザマーカヘッド 20 を用い、サスペンション 200 の反対側には前記レーザマーカヘッド 20 のレーザ光を反射し、荷

重曲げ部 202 および角度調整部 212 の裏面にレーザ光を照射するための反射ミラー 302 を設置するようにしても良い。反射ミラー 302 を用いる場合のレーザ走査は、レーザマーカヘッド 20 側で行うのが好ましいが、反射ミラー 302 側で行っても良い。

【0071】

更に、荷重曲げ部 202 および角度調整部 212 の両面で同じ位置にレーザ光を照射すると、荷重曲げ部 202 および角度調整部 212 が薄板であるため、材料の熱影響部が重なる等から期待通りに曲げ変形できないことがある。このときは、図 17 に示すように、荷重曲げ部 202 および角度調整部 212 の両面の異なる位置（表面のレーザ照射領域 218 は実線、裏面のレーザ照射領域 219 は点線で示す）にレーザ光のレーザ照射領域を設定するのが好ましい。

【0072】

（その他の実施の形態）

以上の説明では、サスペンション修正装置の修正対象をサスペンションとして説明しているが、これ以外にも上記修正装置により修正可能である。即ち、ピッチ角および／またはロール角の微小な修正を必要とするものであれば、この修正装置の修正対象として好適である。例えば金属板を用いる原子間力顕微鏡のカンチレバープローブ、光ヘッド・光通信コネクタ等の光軸調整、マイクロコンタクター等を挙げることができる。

【0073】

また、上記実施の形態 1, 2 では、レーザマーカ 3 を用いてレーザ照射を行うようにしたが、上記のようなキャラクタをプログラムとして用意したものであれば、市販のレーザマーカ 3 を流用する必要はない。

【0074】

更に、上記実施の形態では、荷重調整および角度調整を同時に行うようにしているが、これら一方のみを行うようにしても良い。その場合のキャラクタの組み合わせは、取得した荷重調整量または角度調整量に基づいて選定すれば良い。

【0075】

【発明の効果】

以上説明したように、この発明に係る薄板の成形方法では、精密な曲げ成形を行うことができる。また、サスペンションの荷重調整を簡単かつ高精度に行うことができる。

【0076】

また、この発明に係る薄板は、精度良く折り曲げ成形された適正な製品となる。更に、この発明に係るサスペンションの修正装置は、サスペンションの荷重および角度の調整を精密に制御できる。

【0077】

また、この発明に係るサスペンションの修正装置は、比較的簡単に特定のレーザ照射形状をサスペンションにレーザ照射できる。また、この発明に係るサスペンションの修正装置は、レーザ照射装置のサスペンションをはさんで反対側に別のレーザ照射装置を設けたので、修正レンジを拡大できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

この発明の実施の形態1に係るサスペンション修正装置を示す構成図である。

【図2】

図1に示したサスペンション修正装置の構成を示すブロック図である。

【図3】

サスペンションを修正装置に固定した状態を示す説明図である。

【図4】

図1および図2のサスペンション修正装置による修正対象となるサスペンションの一例を示す斜視図である。

【図5】

サスペンションの荷重曲げ部におけるレーザ照射領域を示す説明図である。

【図6】

サスペンションの角度調整部におけるレーザ照射領域を示す説明図である。

【図7】

別形態のサスペンションの場合の角度調整部におけるレーザ照射領域を示す説明図である。

【図 8】

レーザ照射形状をキャラクタ登録する場合の、キャラクタの一例を示す説明図である。

【図 9】

サスペンションの修正工程を示すフローチャートである。

【図 10】

荷重曲げ部と角度調整部の湾曲状態を示す比較説明図である。

【図 11】

配線領域とレーザ光のレーザ照射領域との関係の一例を示す説明図である。

【図 12】

配線領域とレーザ光のレーザ照射領域との関係の一例を示す説明図である。

【図 13】

配線領域とレーザ光のレーザ照射領域との関係の別の一例を示す説明図である。

【図 14】

配線領域とレーザ光のレーザ照射領域との関係の別の一例を示す説明図である。

【図 15】

この発明の実施の形態 2 に係るサスペンション修正装置を示す構成図である。

【図 16】

図 14 に示したサスペンション修正装置の変形例を示す構成図である。

【図 17】

レーザ照射領域の配置を示す説明図である。

【符号の説明】

100 サスペンション修正装置

1 荷重測定装置

2 角度測定装置

3 レーザマーカ

4 搬送装置

- 5 制御用コンピュータ
- 6 レーザマーカ本体
- 7 搬送ステージ
- 2 0 レーザマーカヘッド
- 2 1 光ファイバー
- 2 2 ガルバノスキャナミラー
- 2 3 集光レンズ
- 2 4 レーザ発振部
- 2 5 コントローラー
- 5 1 荷重設定値記憶部
- 5 2 荷重調整量計算部
- 5 3 荷重データベース
- 5 4 荷重キャラクタ組み合わせ選択部
- 5 5 角度設定値記憶部
- 5 6 角度調整量計算部
- 5 7 角度データベース
- 5 8 角度キャラクタ組み合わせ選択部
- 5 9 加算部
- 6 1 キャラクタ設定コード記憶部
- 6 2 キャラクタ変換部
- 6 3 レーザ照射位置変換部
- 2 0 0 サスペンション
- 2 0 1 ベースプレート
- 2 0 2 荷重曲げ部
- 2 0 3 ロードビーム
- 2 0 4 フレキシャ
- 2 0 5 ジンバルばね部
- 2 0 6 アウトリガー
- 2 0 7 サスペンションアーム取付部

2 0 8 磁気ヘッド搭載部

2 0 9 スライダ

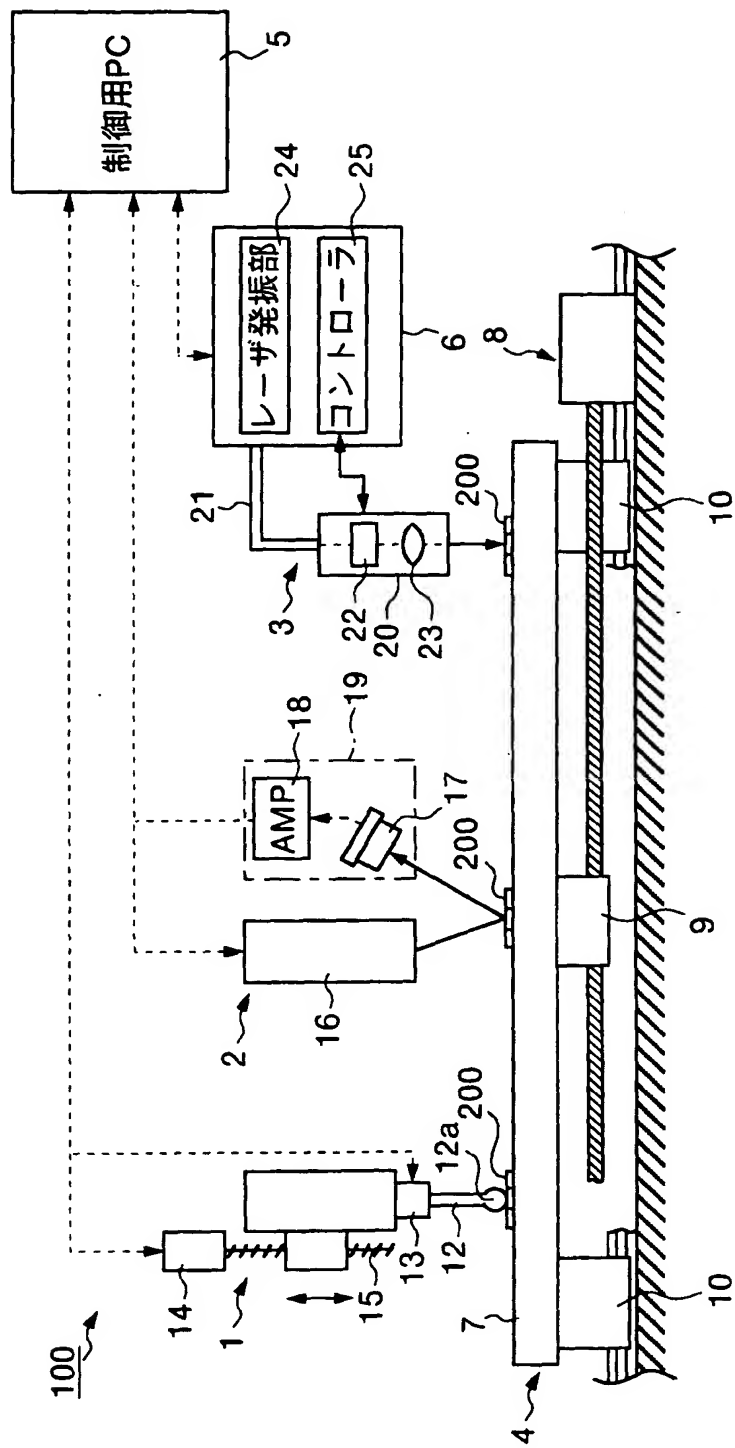
2 1 0 磁気ヘッド

2 1 1, 2 1 3, 2 1 4 レーザ照射領域

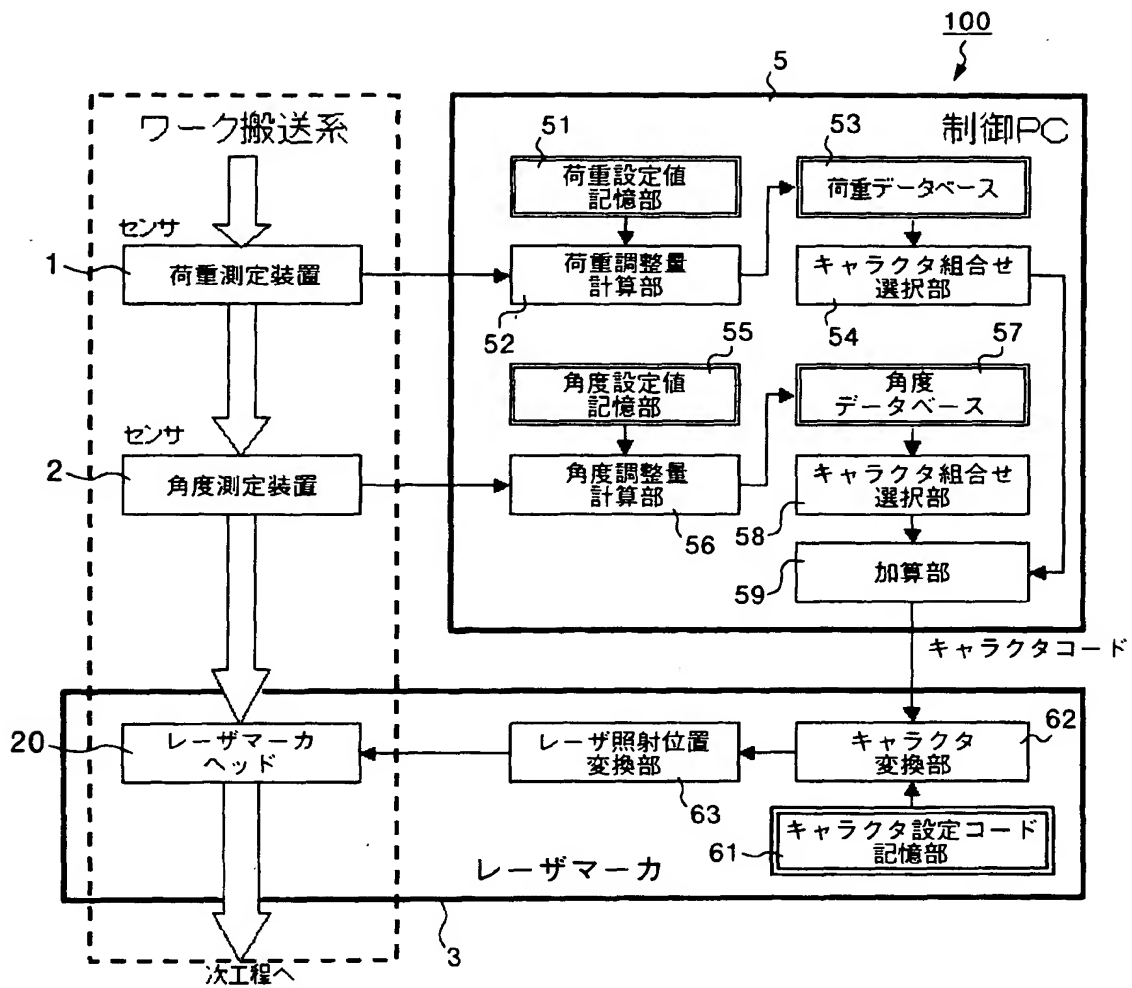
2 1 2 角度調整部

2 1 5 配線領域

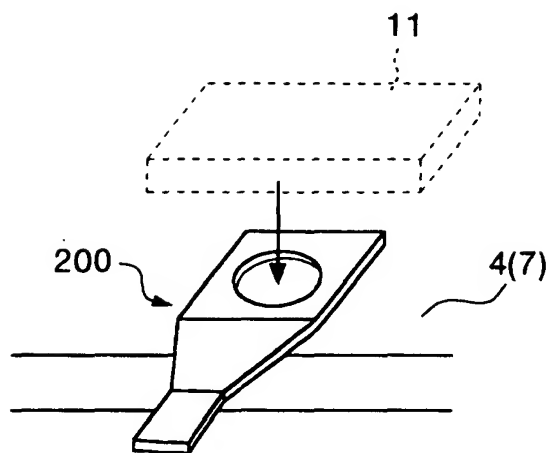
【書類名】 図面
【図 1】



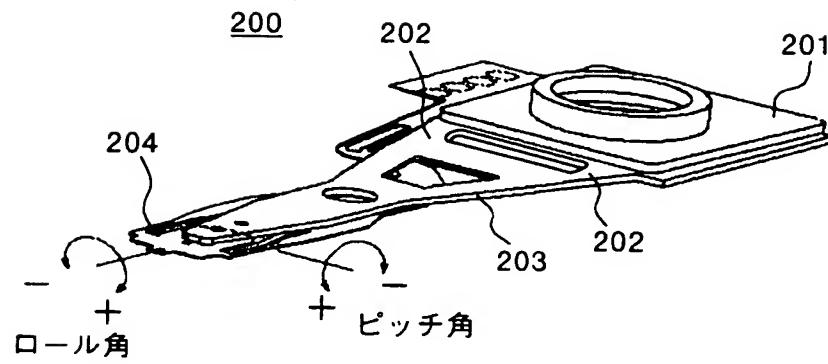
【図 2】



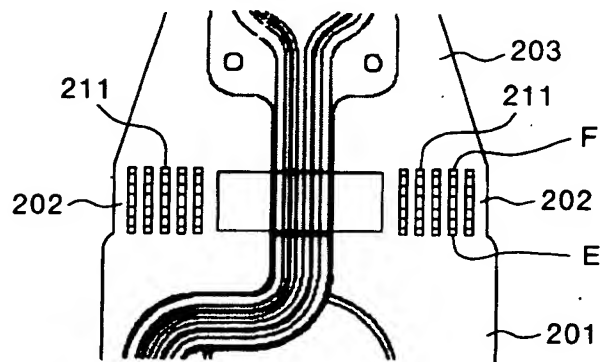
【図 3】



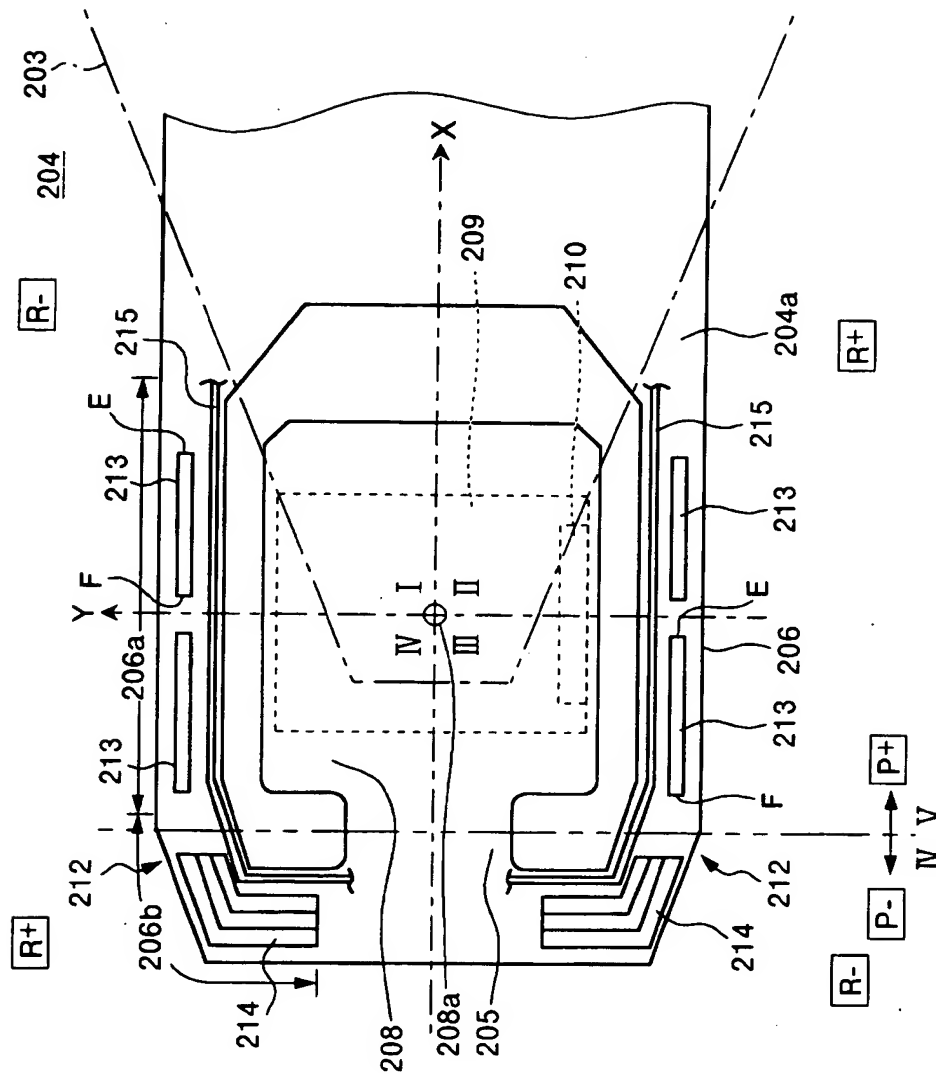
【図 4】



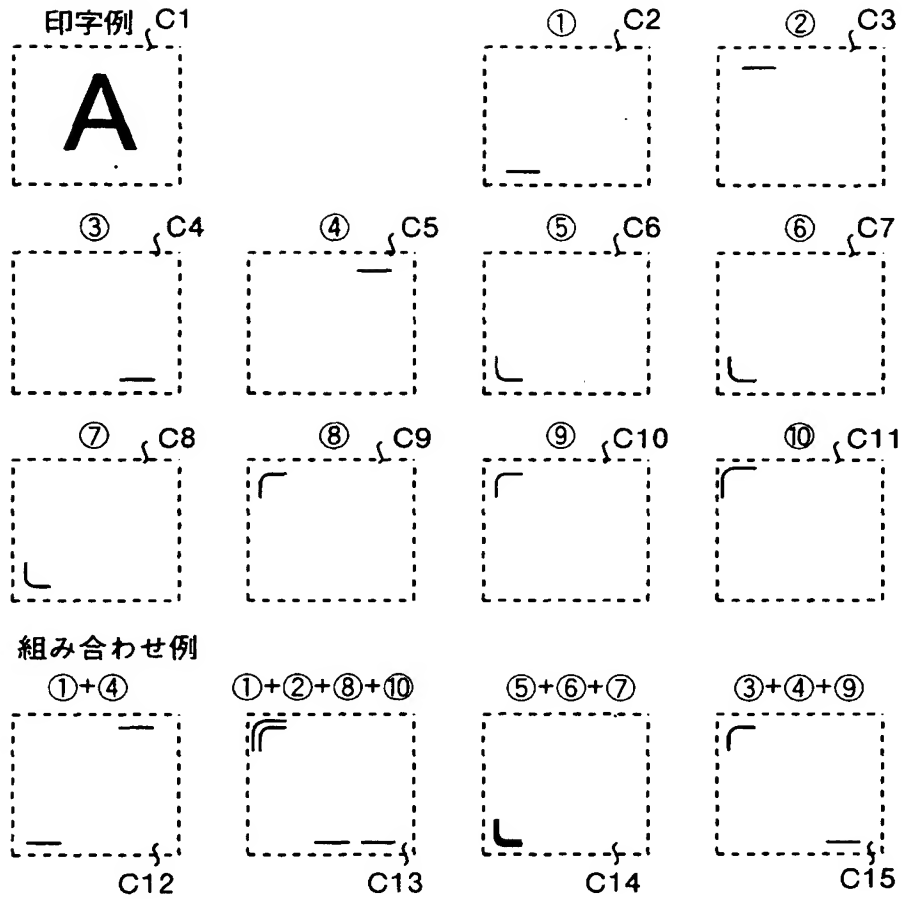
【図 5】



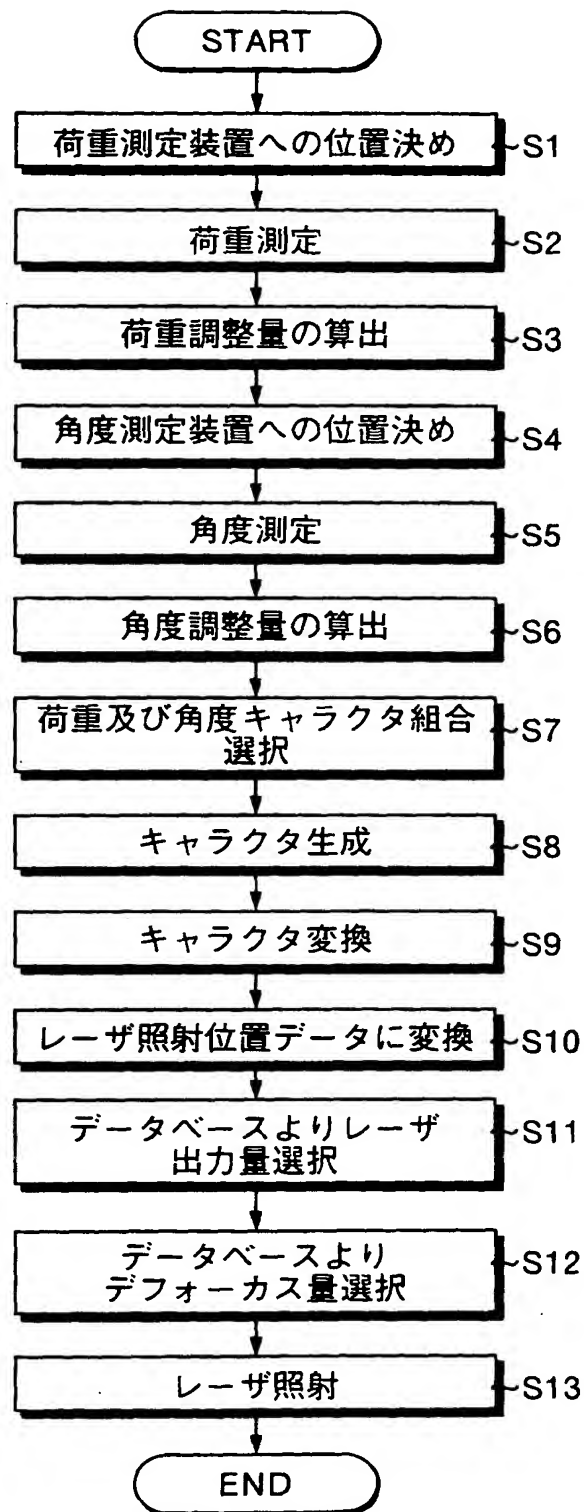
【図 7】



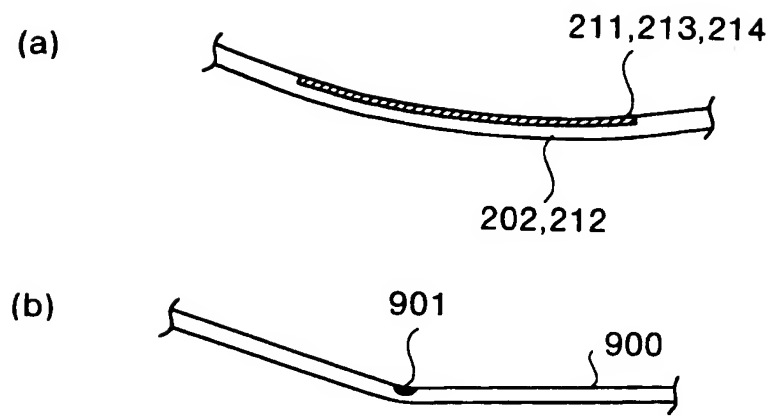
【図 8】



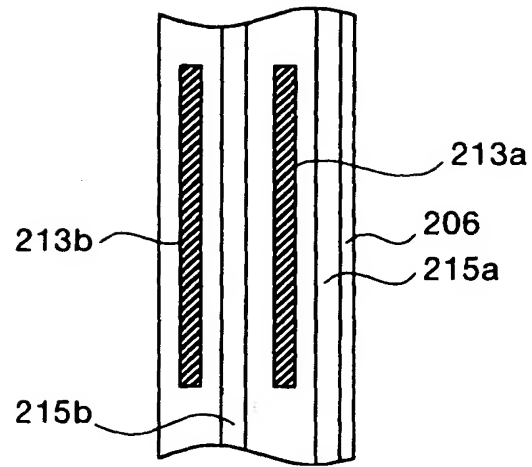
【図 9】



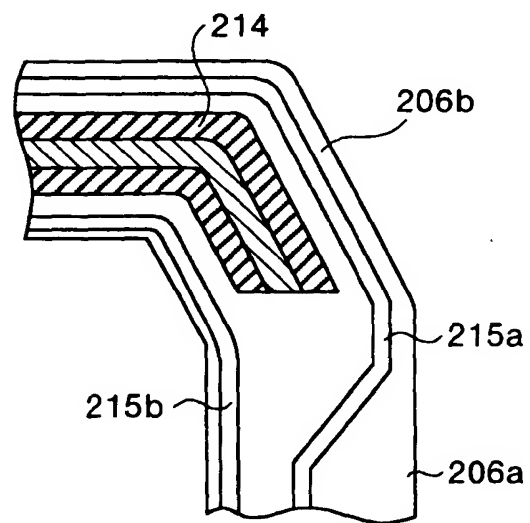
【図 10】



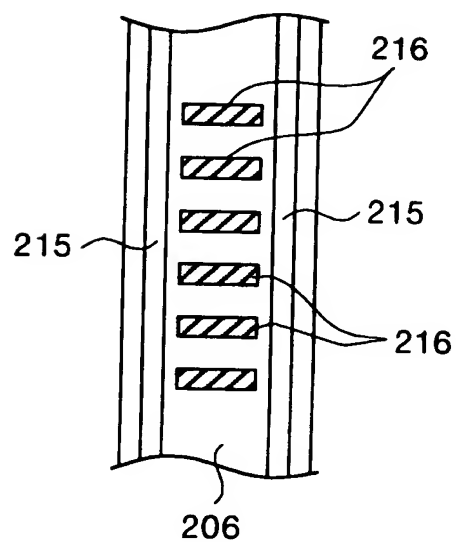
【図 11】



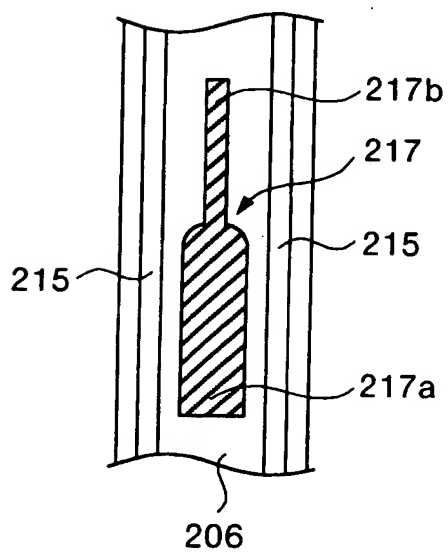
【図 12】



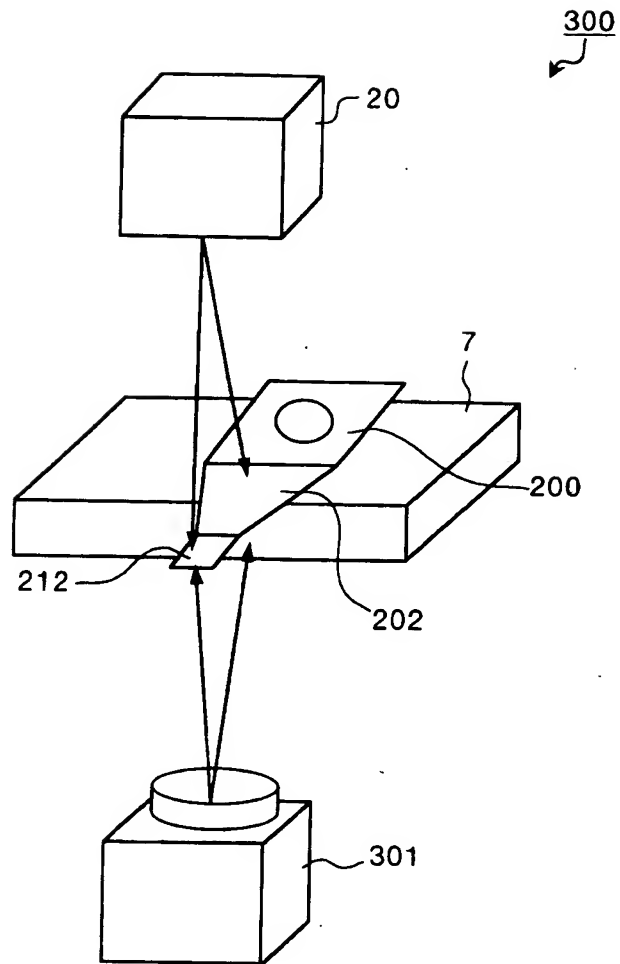
【図 13】



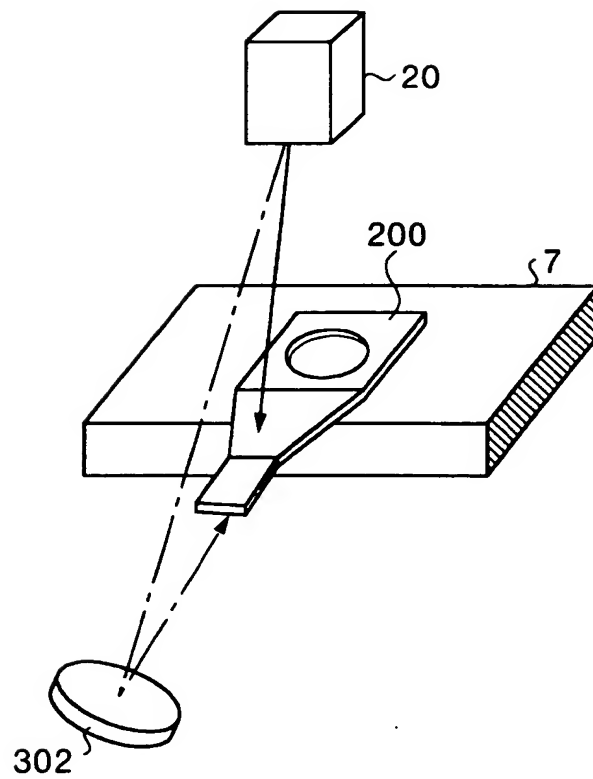
【図 14】



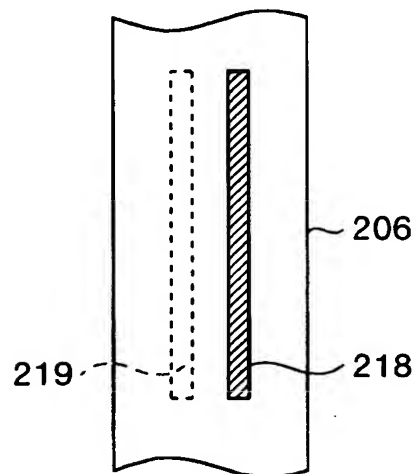
【図 15】



【図 16】



【図 17】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 サスペンションの荷重曲げ部および角度調整部の折り曲げを精度よく行うこと。

【解決手段】 サスペンションの荷重曲げ部 2 0 2 及び角度調整部には、折り曲げ方向にレーザ照射領域 2 1 1 が設定されており、このレーザ照射領域 2 1 1 に所定の長さおよび形状のレーザ光を照射する。これにより、荷重曲げ部 2 0 2 および角度調整部がレーザの照射に従い湾曲するので、当該レーザ照射を制御することで精度よく折り曲げを行うことができ、適正な荷重および角度を得ることができる。

【選択図】 図 5

特願 2002-245887

出願人履歴情報

識別番号

[000004640]

1. 変更年月日 1991年 4月 3日
[変更理由] 住所変更
住 所 神奈川県横浜市金沢区福浦3丁目10番地
氏 名 日本発条株式会社
2. 変更年月日 2002年 3月11日
[変更理由] 名称変更
住 所 神奈川県横浜市金沢区福浦3丁目10番地
氏 名 日本発条株式会社